

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

**Untersuchungen über die Wirkung
eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung
auf die Kariesreduktion
im klinischen Versuch bei Erwachsenen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Rainer Ricken
aus Medebach

Marburg 1967

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser

Untersuchungen über die Wirkung eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung auf die Kariesreduktion im klinischen Versuch bei Erwachsenen



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Rainer Ricken

aus Medebach

Marburg 1967



Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 27. 1. 1967

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Heuser

Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Heuser

Correferent: Prof. Dr. med. dent. H. Pantke

Meinem Vater in Dankbarkeit gewidmet

Inhalt

Untersuchungen über die Wirkung eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung auf die Kariesreduktion im klinischen Versuch bei Erwachsenen.

A Einleitung:	Das Kariesproblem und die Kariesprophylaxe durch Fluor.	Seite 1
B Hauptteil:	Untersuchungen über die Wirkung eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung auf die Kariesreduktion im klinischen Versuch bei Erwachsenen.	
	1. Die Methode der Touchierung des Zahnschmelzes durch fluoridhaltige Zahnlacke.	4
	2. Die Bedeutung des pH-Wertes bei der lokalen Fluor-Applikation.	7
	3. Die Untersuchungs- und Applikationstechnik.	9
	4. Die Untersuchungsergebnisse.	14
	α) Wirkung der einmaligen Touchierung.	
	β) Wirkung der zweimaligen Touchierung.	
	γ) Wirkung der ein- und zweimaligen Touchierung.	
	δ) Nebenfunde	18
	ϵ) Diskussion	19
C Schluß:	Zusammenfassung	20
D Literaturverzeichnis		21

E i n l e i t u n g

An Gebissen aus der Jungsteinzeit konnte EULER eine Kariesfrequenz von 2% nachweisen, heute sind 95 - 98% der Menschen aller zivilisierten Länder an Karies erkrankt.

Für ihre Genese werden verschiedene Faktoren verantwortlich gemacht, so daß man nach HEUSER von einem Ursachenkomplex der Karies sprechen kann. Als hauptsächlichste Ursache dürfte der übermäßige Verzehr raffinierter Kohlehydrate und besonders die süßen Zwischenmalzeiten (KÖNIG, MARTHALER, MÜHLEMANN u.a.) gelten.

Nach der heute noch am besten fundierten Kariestheorie MILLERS wird der kariöse Zerstörungsprozeß der Zähne im wesentlichen durch Säuren bewirkt, die bei dem bakteriellen Abbau vergärbare Kohlehydrate in der Mundhöhle entstehen.

Entsprechend der eigentlichen Ursache der Karies müssen kariesprophylaktische Maßnahmen in erster Linie darauf abzielen, den Verzehr kohlehydratreicher und klebriger Nahrungsmittel einzuschränken und durch eine naturgemäßere Ernährung zu ersetzen. Da es aber offensichtlich nicht realisierbar oder doch sehr schwierig ist, den modernen, zivilisierten Menschen auf eine gesunde Ernährungsform umzustellen, gilt es heute als dringlichste Aufgabe der Zahnheilkunde gegen die "Weltseuche" Karies wirksame prophylaktische Maßnahmen zu finden, die das Gebiß gegen die Zivilisationseinflüsse zu schützen vermögen.

Dazu gehört eine exakte Mundpflege, zahnärztliche Betreuung von Jugend an und die Zuführung der Spurenelemente Calcium, Phosphor, Magnesium u.a. sowie eine ausreichende Versorgung mit Vitaminen. Als besonders wirksam hat sich das Element Fluor erwiesen, dessen karieshemmende Wirkung schon vor 80 Jahren der deutsche Arzt Dr. EHRHARD erkannte. Der amerikanische Forscher DEAN konnte 1938 nachweisen, daß in Gegenden mit fluorreichem Trinkwasser die Kariesfrequenz

deutlich niedriger war, als in fluorarmen Gegenden.

In den USA wird daher heute in großem Umfang das Trinkwasser mit Fluorid angereichert. Der bei der Trinkwasserfluoridierung benutzte Fluoridgehalt von 1 mg Fluor pro Liter Wasser hat sich dabei als unschädlich und kariesprophylaktisch als hochwirksam erwiesen. Die Einführung der Trinkwasserfluoridierung ist in den USA in einem linearen Anstieg begriffen. Während 1945 im ersten Jahr der Trinkwasserfluoridierung ca. 230 000 Menschen mit fluoridiertem Trinkwasser versorgt wurden, waren es 1956 33 000 000 und 1965 fast 60 000 000 Menschen. In Westdeutschland läuft bisher nur ein Versuch in Kassel-Harleshausen. HEUSER, HOFFMANN, STEIN und WACHOLDER konnten auch hier eine deutliche Kariesreduktion nachweisen.

Von den anderen Versuchen, Fluorid intern zuzuführen, sei hier noch die "Tablettenfluoridierung" erwähnt. Wie HEUSER, KESSLER, SCHÜTZMANN u.a. feststellten, kommt es auch nach Verabreichung von Fluor in Form von Tabletten zu einer signifikanten Kariesreduktion.

Neben der internen Fluoridapplikation ist es auch möglich, die Kariesanfälligkeit durch Behandlung der Zahnoberflächen mit fluoridhaltigen Touchierungsmitteln, Zahnpasten und Mundwässern herabzusetzen. Dieser Methode kommt gerade deshalb eine größere Bedeutung zu, weil die Einführung der Trinkwasserfluoridierung vielerorts auf Schwierigkeiten stößt.

So erzielten in den Vereinigten Staaten ARMSTRONG, BIBBY und KNUDSON einen kariesinhibierenden Effekt von 30 - 40% durch 3-4 malige Touchierung mit einer 2%-igen Natriumfluoridlösung nach vorausgegangenem Säubern und Trockenlegung der Zähne. HEUSER und KESSLER konnten mit der gleichen Methode die Karies bei 11 - 13 jährigen Kindern ebenfalls um etwa 40% verringern. MUHLER und Mitarbeiter steigerten den antikariösen Effekt der Trinkwasserfluoridierung durch zusätzliche Pinselung mit einer 8%-igen wässrigen Zinnfluoridlösung im Abstand von jeweils einem halben Jahr. Die gleichen Autoren konnten ferner nachweisen, daß 8%-ige Zinn-II-Fluoridlö-

sungen eine größere Kariesreduktion bewirken als 2%-ige Natriumfluoridlösungen. Der Schwede TORELL ließ 1960 etwa 35 000 Grundschulkinder alle 14 Tage unter Aufsicht Mundspülungen mit 0,2%-iger Natriumfluoridlösung vornehmen. Er konnte eine kontinuierliche Abnahme der pro Kind und Jahr notwendigen Füllungen feststellen. Während diese im Schuljahr 1960/61 durchschnittlich noch 4,7 betragen hatten, waren 1962/63 noch 3,3 und 1963/64 nur noch 2,8 Füllungen notwendig. Die Anzahl der in hundert Stunden behandelten Kinder stieg daher von 1960 - 63 von 48,7 auf 66,5. MARTHALER berichtet von einem insgesamt 5 Jahre dauernden unüberwachten klinischen Versuch mit aminfluoridhaltigen Zahnpasten. Der Anstieg neuer DMF-Flächen war nach 5 Jahren um ca. 26 - 28% geringer als bei den Kontrollgruppen. Die vorliegende Arbeit diente dem Zweck, einen Fluoridlack mit saurem pH-Wert klinisch zu erproben und insbesondere festzustellen, in welcher Weise ein niedriger pH-Wert die kariesprophylaktische Wirkung von Fluor-Lack-Gemischen beeinflusst.

H a u p t t e i l

Die Methode der Touchierung des Zahnschmelzes durch fluoridhaltige Zahnlacke.

Für das Ausmaß der Wirkung bei der örtlichen Fluoridapplikation ist neben der Fluoridkonzentration und der chemischen Zusammensetzung des verwendeten Mittels vor allem auch die Einwirkungszeit von Bedeutung.

H.F.M. SCHMIDT konnte mit einem von ihm entwickelten Ätz-Färbe-Verfahren mit Hilfe histologischer Schliffe im Auflicht und auch im Durchlichtmikroskop nachweisen, daß beim Einwirken von Fluoridlösungen auf gesunden Zahnschmelz mehrere Stunden erforderlich sind, um eine Beeinflussung des Schmelzes in einer Schichtdicke von 0,1 mm und darüber zu erreichen, während die Einwirkungsdauer von 20 Minuten eine Tiefenwirkung von nur wenigen hundertstel Millimetern zur Folge hat.

Um den kariogenen Noxen durch intensivere Fluoridierung einen größeren Widerstand entgegenzusetzen, versuchten verschiedene Forscher den Fluoridierungseffekt in vivo durch einen fluoridhaltigen Niederschlag zu verlängern. KNAPPWOST erreicht dies durch Touchierung mit einer Magnesiumsilicofluoridlösung (Cervin) und anschließende Applikation einer alkalischen Lösung (Reogan), wobei nach seiner Ansicht in der Zeit nach der Touchierung Fluor-Ionen aus dem gebildeten magnesium- und calciumfluoridhaltigen Niederschlag an der Schmelzoberfläche die Bildung von Fluorapatit bewirken.

Durch Pinselung mit 8%-igen Zinnfluoridlösungen konnte MUHLER und Mitarbeiter einen das Fluorid festhaltenden Niederschlag von Zinnverbindungen an der Oberfläche des Zahnes erreichen. MÜHLEMANN und Mitarbeiter verwendeten organische

Fluorverbindungen, die auf Grund ihrer großen Oberflächenaktivität trotz geringer Fluoridkonzentration eine länger dauernde Abgabe von Fluor-Ionen bewirken.

BERTOLINI versuchte die Diffusion von Fluor-Ionen durch Ionophorese zu erhöhen.

Da bei den genannten Methoden die erforderliche langdauernde hohe Fluorionenkonzentration nicht gewährleistet ist, entwickelte SCHMIDT an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Marburg einen schnell trocknenden fluoridhaltigen Kunststofflack, der bei einer Fluorionenkonzentration von 2% Fluor (als Natriumfluorid) lange Zeit Fluor-Ionen in den Schmelz diffundieren läßt. Der Lack wird nach Bürsten der Zähne mit Bimssteinpulver oder Zahnreinigungspaste und anschließendem exaktem Trockenlegen mit einem Wattebausch den Zähnen aufgetragen. Um eine bessere Übersicht zu haben, welche Zahneinheiten bereits touchiert sind, ist er angefärbt. Kariesprophylaktisch von großer Wichtigkeit ist die Tatsache, daß der Lack zu einer mehrfach dicken Schicht an jenen konkav geformten Oberflächenabschnitten zusammenfließt, die in Form von Fissuren, Grübchen, sowie von Stufen und Spalten an Füllungsrandern erstrangige Prädiaktionsstellen der Karies darstellen. In ähnlicher Weise fließt der Lack auch an den Kontaktpunkten der Zähne zusammen. Er trocknet in einer Zeit von etwa einer Minute. In den anschließenden 20 - 30 Minuten nimmt der Lack Wasser auf, so daß in den tieferen Schichten der Lackfolie eine gesättigte Fluoridlösung entsteht, welche die intensive Fluoridierung des Schmelzes bewirkt. Die äußeren Schichten der Lackfolie verhindern dabei, daß die Fluor-Ionen vorzeitig in die Mundhöhle abwandern. Bei ausreichender Beschichtungsdicke wird dabei eine Einwirkungsdauer von etwa 12 Stunden erreicht.

Ein nur einmaliges Touchieren der Zähne mit Fluor-Lack ergibt bei ausreichender Schichtdicke eine annähernd so große Schutzwirkung wie eine ununterbrochene 12-stündige Lagerung in einer 2%-igen Natriumfluoridlösung.

Im Tierversuch konnten HEUSER und SCHMIDT nach einmaligem

Touchieren eine Reduktion der Fissurenkaries von 67% an 36 Albinoratten erzielen, die mit der kariogenen Kost 580 nach STEPHAN gefüttert worden waren. Die Reduktion der Glattflächenkaries betrug sogar etwa 95%.

Die Bedeutung des pH-Wertes bei der lokalen Fluorapplikation.

Wie BIBBY, MUHLER und andere erkannten, ist der pH-Wert des Touchierungsmittels bei kariesinhibierenden Maßnahmen von Bedeutung. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, daß in vitro saure Natriumfluoridlösungen die Säurelöslichkeit des Schmelzes stärker herabsetzen als neutrale. Die klinischen Untersuchungsergebnisse von RICKLES, BECKS und BIBBY und die Erkenntnisse von SCHMIDT, der mit Hilfe des Ätz-Färbe-Verfahrens feststellte, daß neutrale Natriumfluoridlösungen eine größere Tiefenwirkung zeigen als saure, widersprechen den oben genannten Ergebnissen.

Histologische Schnittpräparate ergaben, daß jene Zahnhälften, die vorher mit saurer 2%-iger Natriumfluoridlösung behandelt worden waren, eine wesentlich geringere Tiefenwirkung aufwiesen als die Zahnhälften, die einer neutralen 2%-igen Natriumfluoridlösung unter gleichen Bedingungen ausgesetzt waren. SCHMIDT erklärte das Zustandekommen der unterschiedlichen Ergebnisse folgendermaßen:

Der Hydroxylapatit des Schmelzes wird durch Säuren angegriffen, wodurch die hierbei frei werdenden Kalziumionen mit den Fluorionen der Natriumfluoridlösung Kalziumfluorid bilden. Da dieser Vorgang im sauren Milieu schneller abläuft als im neutralen, kommt es zu einer Imprägnation oberflächlicher Schmelzschichten mit Kalziumfluorid, das den Schmelz säure-resistent macht. Im neutralen Milieu dagegen werden nicht so viele Kalziumionen frei, die die Fluorionen abfangen können, und somit diffundieren die Fluorionen tiefer in den Schmelz. Es entsteht eine weniger dichte, aber desto tiefer imprägnierte Zone, die dem Schmelz einen dauerhaften Schutz zu geben vermag. Die tiefer eindringenden und dem Schmelz länger zur Remineralisierung zur Verfügung stehenden Fluorionen geben in besonderem Maße die Möglichkeit zur Remineralisierung und Deckschichtenbildung am bereits geschädigten

Schmelz, wie sie HEUSER und KNAPPWOST beschrieben haben.

Die folgenden klinischen Untersuchungen sollen darüber Auskunft geben, ob die oben genannten Erkenntnisse auch für die Touchierung der Zähne mit Fluor-Lack-Mischungen anzuwenden sind.

Zu diesem Zweck wurde das Natriumfluorid der Fluor-Lack-Mischung durch saures Natriumfluorid ($\text{NaF} \cdot \text{HF}$) ersetzt. Der pH-Wert betrug dann etwa 3,5.

Die Untersuchungs- und Applikationstechnik

Das Ziel der klinischen Untersuchungen war, die Wirkung eines sauren pH-Wertes einer Fluorid-Lack-Mischung auf die Kariesreduktion bei Erwachsenen zu erproben. Als Probanden stellten sich uns zu 95,6 % Studierende der Zahnheilkunde der Universität Marburg zur Verfügung.

Die Touchierungen fanden von November 1963 bis Juli 1964 statt, wobei wir hauptsächlich jene Studierenden touchierten, bei denen die Möglichkeit bestand, sie nach einem Jahr nachuntersuchen zu können. Insgesamt touchierten wir ca. 80 Studenten mit dem sauren Lack und zwar die Hälfte einmal, die andere Hälfte zweimal. Bei der Nachuntersuchung konnten noch 66 Probanden erfaßt werden. Die durchschnittliche Laufzeit des Versuches betrug 12,3 Monate. Das Alter der Probanden lag zwischen 19 und 27 Jahren, das Durchschnittsalter war ca. 22 Jahre.

Zur gleichen Zeit lief eine Versuchsreihe mit einem in der Zusammensetzung ähnlichen Touchierungsmittel mit neutralem pH-Wert unter den gleichen Voraussetzungen. Der Doktorand jener Versuchsreihe beteiligte sich etwa zur Hälfte an der Untersuchung und Touchierung der zu beschreibenden Versuchsreihe und umgekehrt.

Um die erforderliche Haftdauer der Lackfolie von etwa 12 Stunden zu erreichen, baten wir die Probanden, das Abendbrot vor der Touchierung, die in der Zeit von 18 - 20 Uhr stattfand, zu sich zu nehmen, und anschließend das Essen mit Ausnahme flüssiger Nahrung und vor allem das Zähneputzen bis zum nächsten Morgen zu unterlassen.

Vor dem Touchieren trugen wir die Personalien der Probanden in eine Karteikarte ein, in welcher wir auf der Rückseite vermerkten, welche Gebißhälfte des Oberkiefers und des Unterkiefers touchiert wurde. Neben den Personalien auf der Frontseite der Karten wurde der Zahnbefund des gesamten Ober-

und Unterkiefers eingetragen. Die Untersuchung nahmen wir unter optimalen Beleuchtungsverhältnissen in Form einer modernen zahnärztlichen Lampe, unter Verwendung neuwertiger spitzer Sonden und neuer Mundspiegel vor, wobei wir die kariösen Veränderungen in drei Grade einteilten:

1. eine Verfärbung ohne makroskopisch wahrnehmbaren Substanzverlust
2. eine mit der Sonde tastbare Rauigkeit
3. eine kariöse Veränderung, in der die Sonde deutlich stecken blieb oder ein über diesen Grad hinausgehender kariöser Defekt.

Bei der Untersuchung beurteilten wir jede Zahnfläche getrennt, wobei wir auf jeder Fläche die Veränderung werteten, die den höchsten Punktwert besaß.

Der Aufnahme des Zahnbefundes folgte die Reinigung der zu touchierenden Gebißhälfte des Ober- und Unterkiefers durch Bimssteinpulver mit Hilfe bohrmaschinenangetriebener Bürstchen. Anschließend legten wir je 3-4 Zahneinheiten unter Verwendung von Watterollen und Luftbläsern trocken. Mit einem streichholzkopfgroßen Wattebausch und einer Pincette trugen wir den Lack den Zahneinheiten dünn auf, wobei der übersichtshalber rosa angefärbte Lack die Zahnflächen überzog und an bestimmten Schwachpunkten wie Fissuren, an Approximalflächen, an Rauigkeiten und Grübchen zu einer dickeren Schicht zusammenfloß. Durch leichtes Blasen mit dem Luftbläser trocknete der Lack in ca. 50 Sekunden. Bei allen Probanden touchierten wir stets nur eine Gebißhälfte und zwar jeweils die gleiche Seite des Ober- und Unterkiefers. Die nicht touchierten Hälften des Ober- und Unterkiefers dienten als Kontrollseiten. Die Auswahl der zu touchierenden Seiten war rein zufällig. Von den nachuntersuchten 66 Fällen wurde bei 35 die rechte und bei 31 die linke Gebißhälfte des Ober- und Unterkiefers touchiert.

Insgesamt benötigten wir für einen Probanden zur Aufnahme der Personalien, des Zahnbefundes, der Reinigung und der

Touchierung der Zähne ca. 15 Minuten.

Einen Tag nach dem erfolgten Touchieren befragten wir die Probanden nach ihrem Allgemeinbefinden, nach irgend welchen Nebenerscheinungen zum Beispiel an der Gingiva oder Zunge und über die Haftdauer des Lackes. Soweit Wirkungen an der Gingiva angegeben wurden, untersuchten wir diese genau und trugen den Befund in der Karteikarte ein.

Die zweite Touchierung der gleichen Gebißhälften fand etwa eine Woche nach der ersten statt, wobei wir keine besondere Auswahl unter den Probanden trafen, sondern jene touchierten, die sich noch einmal zur Verfügung stellten. Diesem Touchieren ging ein Aussprayen des Mundes voraus. Auf eine eigentliche Gebißreinigung wurde dabei verzichtet. Wir konnten von den 80 Probanden, die mit dem Lack von saurem pH-Wert touchiert worden waren, 66 nachuntersuchen nach einer durchschnittlichen Laufzeit des Versuches von 12,3 Monaten. Die Nachuntersuchung fand unter den gleichen Bedingungen statt wie die erste Untersuchung vor dem Touchieren. Der Untersuchende wußte bei der Aufnahme des Zahnschemas, bei dem die gleichen Bewertungsmaßstäbe galten wie bei der ersten Untersuchung, nicht, welche Seite touchiert war. Der erhobene Zahnbefund des gesamten Oberkiefers und Unterkiefers wurde dem Kollegen diktiert, der ihn in die Kartei eintrug.

Bei der Auswertung der Ergebnisse galt es, den Karieszuwachs der touchierten und der nicht touchierten Seiten gegenüberzustellen, wobei wir die registrierten Kariesgrade als Punkte werteten. Für die während der Laufzeit erfolgten Füllungen rechneten wir 2,5 Punkte, da damit gerechnet werden kann, daß ein Defekt, der zwischen der Veränderung "mit der Sonde tastbare Pauhigkeit" und "eine kariöse Veränderung, in der die Sonde deutlich stecken bleibt" liegt, bei Studierenden der Zahnheilkunde normalerweise gefüllt wird. Approximalkaries an unübersichtlichen Stellen, die erfolgte Überkronung und Extraktion von Zähnen werteten wir nicht, da die Ursache der Maßnahmen nicht immer beurteilbar war.

Aus der Differenz der ersten und zweiten Untersuchung berech-

neten wir den Karieszuwachs zunächst für jede beurteilbare Zahnfläche und daraus für die touchierten und die nicht touchierten Kieferseiten. Durch Addition des Karieszuwachses jeder Versuchsperson und anschließende Division der Summe durch die Anzahl der Personen bekamen wir, getrennt für die Gesamtheit der touchierten und der nicht touchierten Kieferhälften bzw. für entsprechende Untergruppen, den Mittelwert $\bar{x}$ des Karieszuwachses. Um die erzielte Kariesreduktion angeben zu können, subtrahierten wir die Summe des Karieszuwachses der touchierten Seiten von der Summe des Karieszuwachses der Kontrollseiten und dividierten diesen Wert durch die Summe des Karieszuwachses der Kontrollseiten. Es soll hier auch klargestellt werden, daß für die Berechnung der Kariesreduktion die touchierten und die nicht touchierten Kieferhälften derselben Personen dienten. Danach berechneten wir nach der Formel:

$$S = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

die Standartabweichung, wobei $(x - \bar{x})^2$ die Summe der quadrierten Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert darstellt. "n" ist dabei die Anzahl der Versuchspersonen. Der mittlere Fehler des Mittelwertes, also die Standartabweichung des Mittelwertes beträgt dann:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Um nun berechnen zu können, ob der Unterschied der Mittelwerte der nicht touchierten und der touchierten Seite $\bar{x}_{nt}$ und $\bar{x}_t$ nur zufällig oder aber signifikant ist, bestimmten

wir den sogenannten t - Wert nach der Formel:

$$t = \frac{\bar{x}_{nt} - \bar{x}_t}{S_d}$$

wobei
$$S_d = \sqrt{S^2_{\bar{x}_{nt}} + S^2_{\bar{x}_t}} \text{ ist.}$$

Die zugehörige Irrtumswahrscheinlichkeit P entnehmen wir der Tabelle der Studentenverteilung. P dient als Maß für die Vertrauenswürdigkeit eines Ergebnisses. Je kleiner P ist, desto wahrscheinlicher ist es, daß die Differenz zweier Mittelwerte nicht auf Zufall beruht. Bei klinischen Untersuchungen wird im allgemeinen ein Wert von mindestens $P = 0,05$ gefordert.

Die Untersuchungsergebnisse

Als erstes errechneten wir die Kariesreduktion nach einmaligem Touchieren, das heißt wir verglichen die touchierten Gebißhälften des Ober- und Unterkiefers mit den nicht touchierten. Bei den 30 einmal touchierten Personen konnten wir folgendes Ergebnis feststellen:

Tab. I: Wirkung einer einmaligen Touchierung

	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	d	Kariesred.	P
nicht touch. Seite	30	$3,02 \pm 0,416$	1,28	42,5 %	4 0,02
touch. Seite	30	$1,73 \pm 0,422$			

Zeichenerklärung: n = Anzahl der Probanden

$S_{\bar{x}}$ = Mittelwert des Karieszuwachses

S_d = Standardabweichung des Mittelwertes

d = Standardabweichung der Differenz

P = Irrtumswahrscheinlichkeit für den Unterschied der Mittelwerte

Dieses Ergebnis sagt aus, daß bei der errechneten Kariesreduktion von 42,5 % der Unterschied der Mittelwerte signifikant ist. In der nicht touchierten Gebißhälfte des Ober- und Unterkiefers betrug der Karieszuwachs in jedem Gebiß durchschnittlich 3,02 Kariesgrade, in der touchierten Gebißhälfte dagegen nur 1,73 Kariesgrade. Bei jedem Proban-

den waren also in der touchierten Gebißhälfte im Durchschnitt 1,28 Kariesgrade weniger entstanden als auf der nicht touchierten Seite.

Das Ergebnis einer zweimaligen Touchierung zeigt die folgende Tabelle:

Tab. II: Wirkung einer zweimaligen Touchierung

	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	d	Kariesred.	P
nicht touch. Seite	36	3,74 $\pm$ 0,455	1,63	43,5 %	< 0,02
touch. Seite	36	2,11 $\pm$ 0,422			

Bei den zweimal touchierten Probanden war der mittlere Karieszuwachs der Kontrollseite des Ober- und Unterkiefers mit 3,74 Kariesgraden pro Gebißhälfte um 1,63 Grade höher als bei der touchierten Seite mit 2,11 durchschnittlichem Karieszuwachs. Bei einem P-Wert von <0,02 sind diese Werte ebenfalls statistisch gesichert.

Bei der zweimaligen Touchierung erreichten wir mit einer Kariesreduktion von 43,5 % eine nur um 1 % höhere Reduktion als bei der einmaligen Touchierung.

Um durch eine höhere Fallzahl einen stärkeren Beweis für die Wahrscheinlichkeit der Gesamtergebnisse zu bekommen, werteten wir die einmal und die zweimal touchierten Kieferhälften auch zusammen aus, wie Tabelle III zeigt:

Tab. III: Wirkung der ein- und zweimaligen Touchierung

	n	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	d	Kariesred.	P
nicht touch. Seite	66	$3,41 \pm 0,313$	1,47	43,1 %	<0,001
touch. Seite	66	$1,94 \pm 0,268$			

Insgesamt gesehen waren auf der touchierten Seite 1,47 Kariesgrade weniger entstanden als auf der nicht Touchierten. Die Kariesreduktion beträgt 43,1 %. Das Ergebnis ist mit $P < 0,001$ statistisch hoch signifikant. Die Sicherheit für die Differenz der Mittelwerte beträgt also 99,9 %.

Das Diagramm I zeigt den Kariesbefall der touchierten Seite als Prozentwert des Kariesbefalles der nicht touchierten Seite der einzelnen Versuchsgruppen.

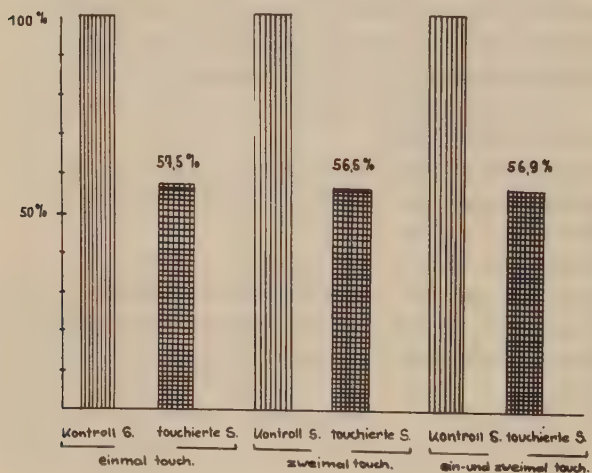


Diagramm I: Das Verhältnis des Karieszuwachses der nicht touchierten Gebiſhlfen zu den touchierten Gebiſhlfen. Der Karieszuwachs der touchierten Seiten wurde im Prozent des Karieszuwachses der nicht touchierten Seiten angegeben.

Im Diagramm II soll die durch die Fluor-Lack-Methode erzielte Kariesreduktion bei den verschiedenen Versuchsgruppen veranschaulicht werden:

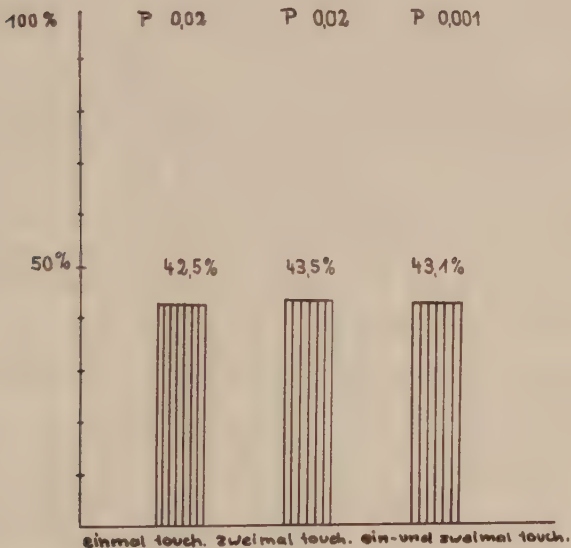


Diagramm II : Darstellung der erzielten Kariesreduktion in Prozentzahlen.

Nebenbefunde

Bei den insgesamt 98 mit dem sauren Lack touchierten Probanden wurden auf Befragen keinerlei Störungen im Allgemeinbefinden nach dem Touchieren oder einige Zeit später festgestellt. Zwei der Probanden, bei denen bei der ersten Untersuchung vor dem Touchieren als pathologischer Befund eine Gingivitis hyperaemica in die Karteikarte eingetragen war, bemerkten einige Stunden nach dem Touchieren ein leichtes Brennen der marginalen Gingiva im Unterkiefer-Eckzahngebiet der touchierten Seite. Wir untersuchten diese beiden Probanden daraufhin und objektivierten eine im Vergleich zur übrigen Gingiva intensivere, halbmondförmige Rötung an diesen Unterkiefer-Eckzähnen. Es war hierbei nicht zu beurteilen, ob diese Irritation der Gingiva durch die mechanische Reinigung der Zähne mit den relativ harten rotierenden Bürstchen oder durch den aufgetragenen Flour-Lack entstanden war. Nach ein bis zwei Tagen war der Ausgangszustand wieder erreicht.

An Kunststoffjacketkronen haftete der Lack länger als einen Tag fest an. Mit einem mit Chloroform befeuchteten Wattebausch ließ er sich jedoch schnell entfernen.

Bei der nach einem Jahr durchgeführten Untersuchung konnten wir weder im Bereich der Zähne und des Mundes noch im Allgemeinbefinden einen pathologischen Befund erkennen, der in irgendeiner Weise zu der erfolgten lokalen Applikation von Fluor hätte in Beziehung stehen können.

Diskussion

Die mit der Fluor-Lack-Mischung mit saurem pH-Wert erzielten Ergebnisse zeigen eine ausgeprägte kariesprophylaktische Wirkung. Es ist dabei besonders einzuschätzen, daß bereits nach einmaliger Touchierung eine deutliche Wirkung bei Erwachsenen erreicht wurde. Im Gegensatz dazu blieben einmalige kariesprophylaktische Touchierungen mit wäßrigen Fluoridlösungen meist ohne Erfolg.

Um festzustellen, inwieweit der karieshemmende Effekt vom pH-Wert des Touchierungsmittels abhängt, wurde gleichzeitig, wie bereits erwähnt, eine Versuchsreihe mit neutralem pH-Wert des Fluorid-Lackes durchgeführt. Es wurden 66 Probanden mit saurem und 64 mit neutralem Lack touchiert, wobei es sich um Studierende der Zahnheilkunde der gleichen Universität mit gleicher Altersverteilung handelte. Die Einteilung der Probanden in die beiden Versuchsreihen war rein zufällig. Beide Gruppen wurden von den beiden Doktoranden unter den gleichen Bedingungen untersucht, touchiert und nachuntersucht. So dürften die Voraussetzungen für beide Versuchsreihen die gleichen gewesen sein.

Der Vergleich der Ergebnisse der Versuche mit dem sauren und dem neutralen Fluor-Lack brachte eine höhere Kariesreduktion bei dem neutralen Lack, wobei der Unterschied der beiden Ergebnisse allerdings nicht signifikant ist. Aus den Ergebnissen glauben wir jedoch ablesen zu können, daß ein niederer pH-Wert zumindest keine Vorteile gegenüber annähernd neutralem pH-Wert aufweist.

Zusammenfassung

In der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten durchgeführte Untersuchungen zeigen, daß mit Hilfe von fluoridhaltigen schnell trocknenden Kunststofflacken in der Mundhöhle ein auffallend hoher Säureschutzeffekt erreicht werden kann. Unsere Untersuchungen gingen dahin, die Wirksamkeit einer solchen Fluorid-Lack-Mischung mit saurem pH-Wert ($\text{pH} = 3,5$) im klinischen Versuch bei Erwachsenen (Studenten) festzustellen.

Es wurden insgesamt 88 Studierende der Zahnheilkunde im Alter von 19 - 27 Jahren mit saurem Lack touchiert, von denen nach etwa einem Jahr noch 66 nachuntersucht werden konnten. Den Touchierungen ging die Aufnahme der Personalien und des Zahnbefundes, das Säubern der Zähne mit Bimssteinpulver und das anschließende Trockenlegen voraus. Die in dem betreffenden Gebiß nachweisbaren Kariesdefekte wurden in drei Schweregrade eingeteilt und an jeder beurteilbaren Zahnfläche getrennt bewertet. Um bei den gleichen Probanden auch gleichzeitig eine Kontrollseite zu haben, touchierten wir jeweils nur eine Hälfte des Ober- und Unterkiefers. Nach einer durchschnittlichen Versuchslaufzeit von 12,3 Monaten wurde der Zahnbefund nach den gleichen Bewertungsmaßstäben und von denselben Doktoranden aufgenommen. Hierbei konnte bei dem verwendeten sauren Fluorid-Lack eine Kariesreduktion von 42,5% ($P < 0,02$) ermittelt werden. Durch eine zweite Touchierung erhöhte sich die Reduktion nur noch um 1% auf 43,5% ($P < 0,02$).

Eine weitere Versuchsanordnung in Form einer Gegenüberstellung des sauren Fluor-Lackes zu einem neutralen Fluor-Lack (Dissertation NEUMANN) gab bei gleichen Versuchsbedingungen eine höhere Kariesreduktion bei dem neutralen Fluor-Lack. Wenn auch dieser Unterschied nicht signifikant war, so kann daraus doch gefolgert werden, daß ein niedriger pH-Wert bei Fluor-Lack-Gemischen zumindest keine bessere Wirkung erwarten läßt.

Literaturverzeichnis

1. ARMSTRONG, W.D. zitiert von JORDAN, W.A.
BIBBY, B.G. J. Americ.dent.Ass. 60, 181; 1960
KNUDSON, J.W.
2. BERNHARDT, M. Fluoridation: How far in 20 Years?
J.Americ.dent.Ass. 71, 1115; 1965
3. BERTOLINI, A.G. Kariesprophylaxe durch Fluor-Iono-
phorese
Quintessenz 16, 2543; 1965
4. BIBBY, G.B. Use of Fluorine in Prevention of
Dental Caries. III. A Consideration
of the Effectiveness of Various
Fluoride Mixtures
J. Americ.dent.Ass. 34, 26; 1947
5. DEAN, H.T. Am.A.Adv. Sc. Publicat. 19, 23; 1942
6. EULER, H. zitiert von: HEUSER, H.: Klinik der
Zahn-,Mund- und Kieferkrankheiten
2. Auflage, 1963
Dr.Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg
7. GISH, CH.W.
HOWELL, CH. and
MUHLER, J.C. Single topical stannous fluoride
application
J.dent.Ass. 38, 671; 1959
8. HEUSER, H. Klinik der Zahn-, Mund- und Kiefer-
krankheiten
2. Auflage. 1963
Dr.Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg

9. HEUSER, H. Zur Frage der Kariesprophylaxe durch Fluor
Dtsch.Zahnärztebl. 16, 419; 1962
10. HEUSER, H. und Verminderung der Zahl von Neuerkrankungen an Zahnkaries durch Fluor-Pinselungen und Amonium-Ionhaltige Zahnpflegemittel
KESSLER, W. Zahnärztl. Rsch. 61, 603; 1952
11. HEUSER, H. und Untersuchungen über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der einzelnen lichtmikroskopischen Strukturbestandteile des menschlichen Zahnschmelzes gegenüber Säuren
SCHMIDT, H.M.F. Stoma 15, 1; 1962
12. HEUSER, H. Die Bedeutung des Speichels bei der kariesprophylaktischen Anwendung von Fluorpräparaten durch Touchierung
Dtsch.zahnärztl.Z. 12 , 1345; 1957
13. HOFFMANN, U. Zahnärztliche Reihenuntersuchungen bei Kasseler Schulkindern, sechs Jahre nach Beginn der Trinkwasserfluoridierung
Dissertation, Marburg 1959
14. KESSLER, W. Kariesprophylaxe durch Fluor
Zahnärztl. Rsch. 62 ; 237 ; 1953
15. KNAPPWOST, A. Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung durch Fluoride, Fluosilikate und fluoriierte Zahnpasten
Dtsch. zahnärztl.Z. 7 , 681; 1952

16. KÖNIG, K.G. Kariesprophylaxe im jugendlichen
Alter
Österr.Z.Stomat. 59 , 396; 1962
17. KÖNIG, K.G. Kariesprophylaxe in ärztlicher Sicht
Zürich
Verlag Hans Huber, Bern und Stuttgart
1964
18. MARTHALER, T.M. Karieshemmung nach fünf Jahren bei
Gebrauch einer Aminfluoridzahnpaste.
Schwz.Mschr.Zahnheilkunde 75, 509; 1965
19. MÜHLEMANN, H.R. Organische Fluoride
KÖNIG, K.G. Schwz.Mschr.Zahnheilkunde 70 , 1037,
MARTHALER, T.M. 1960
SCHAIT, A. und
SCHMID, H.
20. MUHLER, J.C. The Anticariogenic Effectiveness of
a Single Application of Stannous-
Fluorid in Children Residing in an
Optimal Communal Area
Americ.dent.Ass. 61, 431; 1960
21. MUHLER, J.C. and Relation of pH to the Effectiveness
DAY, H.G. of Sodium-Fluorid and Stannous-Fluorid
in Decreasing Enamel Solubility
J.dent.Res. 31, 102; 1952
22. NEUMANN, P. Klinische Untersuchungen der Karies-
reduktion bei Erwachsenen nach ein-
und zweimaliger Touchierung mit einer
Fluorid-Lack-Kombination mit neutralem
pH-Wert
Dissert. in Vorbereitung, Marburg

23. RICKLES, N.H. and BECKS, H. The Effect of an Acid and a Neutral Solution of Sodium-Fluorid on the Incidence of Dental Caries in Young Adults
J.dent.Res. 30 , 757 ; 1951
24. SCHMIDT, H.M.F. Histologische Untersuchungen über die Tiefenwirkung neutraler Natriumfluorid-Lösungen am menschlichen Zahnschmelz bei kurzen Einwirkungszeiten
Dtsch.Zahn-,Mund- und Kieferheilkunde 40 , 24; 1963
25. SCHMIDT, H.M.F. Ein neues Touchierungsmittel mit besonders lang anhaltendem intensivem Fluoridierungseffekt
Stoma 17, 14; 1964
26. SCHMIDT, H.M.F. Die Fluor-Lack-Methode als neues Verfahren zur Kariesprophylaxe
Zahnärztl.Prax. 17 , 156; 1966
27. SCHMIDT, H.M.F. Ein histologischer Vergleich der Tiefenwirkung saurer und neutraler Natriumfluorid-Lösungen am menschlichen Zahnschmelz
Zahnärztl.Welt 65 , 338; 1964
28. SCHÜTZMANNISKY, G. zitiert von HEUSER, H.: Klinik der Zahn-,Mund-und Kieferkrankheiten
2. Auflage, 1963
Dr.Alfred Hüthig-Verlag,Heidelberg

29. STEIN, U. Zahnärztliche Reihenuntersuchungen
bei Kasseler Schulkindern, vier-
einhalb Jahre nach Beginn der Trink-
wasserfluoridierung
Dissertation, Marburg 1957
30. THOLUCK, H. Mitteilungen des Deutschen Aus-
schusses für Jugendzahnpflege und
seiner Kommissionen
Zahnärztl.Mitteilungen 3 , 42; 1954
31. TORELL, P. The Göteborg Studies of Methods for
Applying Fluorides Topically.
Advances in Fluorine Research and
Dental Caries Prevention
Volume 3 , Pergamon Press 1965

Meinem verehrten Lehrer,

Herrn Prof. Dr.med. Dr. med. dent. habil. Hans Heuser
danke ich für die Überlassung des Themas und die Über-
nahme des Referates.

Herrn Dr. med. dent. H.F.M. Schmidt möchte ich für die
freundliche Unterstützung sowie für die zahlreichen Hin-
weise bei der Anfertigung der Arbeit herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. Ihm sei für die Durchsicht des sta-
tistischen Teiles der Arbeit herzlich gedankt.

Lebenslauf

Am 11. August 1937 wurde ich, Rainer Friedrich Ludwig Ricken, als zweites Kind des Zahnarztes Dr.med.dent. Ludwig Ricken und seiner Ehefrau Anny, geb. Frenzel in Medebach in Westfalen geboren.

Dort besuchte ich ab Herbst 1944 die Volksschule und von 1949 bis 1953 das Progymnasium. Das Schuljahr 1953/1954 verbrachte ich als Internatsschüler des Dr. Halbach-Gymnasiums in Düsseldorf. Ostern 1954 wechselte ich zur Uplandschule in Willingen über. Von 1956 bis 1960 besuchte ich die Edertalschule in Frankenberg und legte dort am 5. März die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1960 begann ich an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn das Studium der Zahnheilkunde. Dort legte ich im Oktober 1962 die zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand am 19. August 1965 das Staatsexamen.

Seit dem 1. September 1965 bin ich an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Philipps-Universität Marburg an der Lahn in der prothetischen Abteilung als Assistent tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren
und Dozenten:

im Marburg: Braun-Falco, Bommer, Dimroth, Dölle, Gedigk,
Hamm, Hennis, Hering, Heuser, Hornung, Janke,
Korb, Kottmeyer, Lang, Löhr, Mahr, Mann, Maler,
Marx, Maurath, Niessing, Oksche, Pantke, Petry,
Pfütz, Rosemann, Schiff, Schmid, Seidel, Siegert,
Siess, Vogt, Walcher.

